

5. Ott W. R. Environmental Indices: Theory and Practice. Ann. Arbor: Sci Publ. Ins., 1972. – р. 371.
6. Рекомендации по применению обобщенного показателя для оценки уровня загрязнения природных вод – коэффициента загрязнения. – Харьков: ВНИИВО, 1982. – С. 3.
7. Новиков Ю.В., Плитман С.И., Ласточкин К.О. и др. Исследование комплексных показателей при разработке гигиенической классификации водоемов по степени их загрязнения. // Гигиена и санитария. – 1984. – № 6. – С. 11-13.
8. Шайн А.С. Интегральные оценки и их использование при долгосрочном прогнозировании качества воды рек // Комплексная оценка качества поверхностных вод. – Л.: Гидрометиздат, 1984. – С. 24-33.
9. Марголина С.М., Рохлин Г.М. О количественной оценке степени загрязнения водоемов токсическими веществами // Управление природной среды. – М.: Наука, 1979. – С. 152-162.
10. Мороков В. В. Комплексные показатели в предплановых обоснованиях охраны вод в регионах. – Свердловск: Уральск. науч. центр АН СССР, 1987. – С. 36.
11. Оценка гигиенической эффективности водоохранных мероприятий: Метод. рекомендации. – М.: МЗ РСФСР, 1989. – С. 1-1.
12. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України – К., 2001. – 48 с.
13. Duffus J. H., Park M.V. Chemical Risk Assessment. Training Module #3, UNEP/IPCS, 1999.
14. WHO/IPCS Environmental Health Criteria 210: Principles for the Assessment of Risks to Human Health from Exposure to Chemicals – Geneva, 1999.
15. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Метод. рекомендации / Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Филатов Н.Н. и др. – М., 2001.
16. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. – СПб, 1997. – 100 с.

Получено 11.02.2003

УДК 628.16

В.П.ХОРУЖИЙ, канд. техн. наук

Одесская державна академія будівництва і архітектури

ОЧИСТКА ПОВЕРХНЕВЫХ ВОД У ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Запропоновано технологічну схему очистки поверхностных вод у локальних системах сільськогосподарського водопостачання, наведено результати лабораторних досліджень освітлювального фільтра.

Для задоволення потреб сільськогосподарських споживачів якісною питною водою в місцях відсутності підземних вод або незадовільної їх якості будують групові сільськогосподарські водопроводи, що характеризуються великою протяжністю водогонів і великими витратами води, а, отже, вимагають значних капітальних та експлуатаційних витрат, що важко здійснити в сучасних умовах економічної кризи в нашій державі. На сьогодні відсутні технології очистки води з поверх-

невих джерел для застосування у локальних системах сільськогосподарського водопостачання, які б були дешеві, ефективні, прості й надійні в експлуатації.

Аналіз досліджень, виконаних П.Д.Хоружим, О.А.Ткачуком, П.І.Батраком [1], М.Г.Журбою [2], АКГ ім. К.Д.Памфілова [3], М.Г.Пивоваром та ін. [4], показує, що перспективним методом очищення поверхневих вод у системах сільськогосподарського водопостачання є застосування водозабірно-очищувальних пристроїв з використанням пінополістирольного завантаження і аерації освітлюваної води, що дозволяє інтенсифікувати процес очищення природних вод, підвищити якість проясненої води, знизити витрату реагентів у середньому на 15-20%, поліпшити технологічні параметри очищення води, що, в кінцевому підсумку, дає змогу підвищити продуктивність усієї системи в цілому з одержанням води необхідної якості (ДЕРЖСАНПіН).

Однак виконані дослідження були використані для обґрунтування технології очищення, використовуваної в системах водопостачання великих міст і населених пунктів, що споживають значну кількість води.

Для сільськогосподарського водопостачання розроблені технології очищення води не завжди можуть бути використані через техніко-економічні причини. Тому велика увага приділяється розробці нових методів очищення води для сільськогосподарського водопостачання, що дозволяють знизити витрати на експлуатацію споруд, підвищити якість і зменшити собівартість очищеної води. До таких методів відносяться обґрунтований в лабораторних умовах спосіб очищення поверхневих вод, результати дослідження якого наведені нижче.

Дослідження виконували за технологічною схемою очищення води з поверхневих водойм, що наведена на рис.1.

Вихідна вода засмоктується робочим насосом 13 через фільтруючий оголовок 11 і подається у водонапірну башту Рожновського, розбризкуючись на дрібні крапельки через аератор 3. У вихідну воду насосом – дозатором 17 подається розчин коагулянту, дозу якого приймають залежно від якості води. При аерації вода насичується киснем, з неї видаляється вуглекислий газ, що підвищує рН води і покращує умови коагуляції. Проаерована і попередньо скоагульована вода надходить в біореактор 7 з волокнистим завантаженням, в якому закінчуються процеси коагуляції та біохімічного окислення органічних речовин аеробними мікроорганізмами. Після біореактора вода рухається знизу догори через плаваюче пінополістирольне завантаження 8, звільняється від завислих речовин, збирається ковпачковим дренажем 9 і відводиться по трубі 20 в насосну станцію 10, в якій знаходиться насос

– дозатор 15, що подає розчин технічного гіпохлориту натрію в очищену воду для її знезараження.

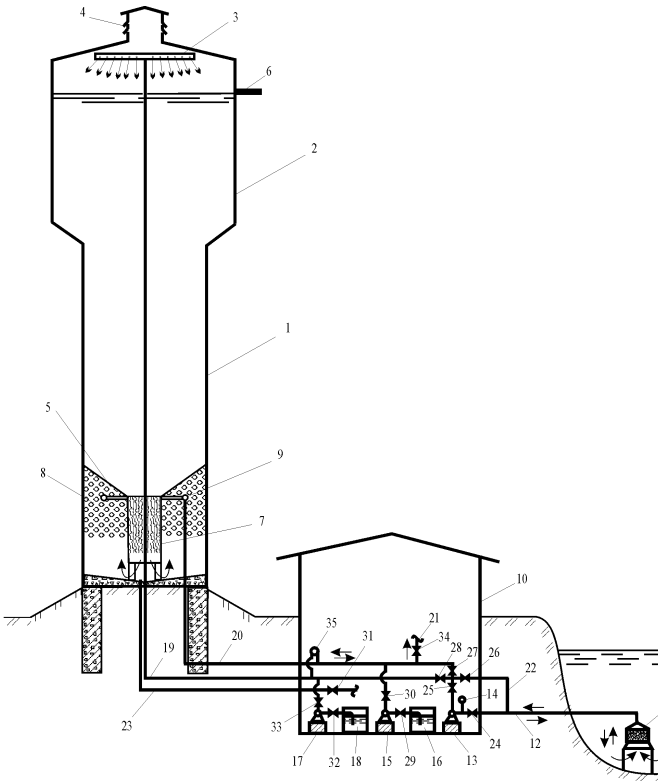


Рис.1 – Система водопостачання з поверхневих водних джерел:

- 1 – ствол; 2 – бак; 3 – аератор; 4 – вентиляційний кожух; 5 – конусна перегородка;
6 – переливна труба; 7 – біореактор; 8 – плаваюче завантаження; 9 – ковпачковий дренаж; 10 – насосна станція; 11 – фільтруючий оголовок; 12 – всмоктуючий трубопровід;
13 – робочий насос; 14 – вакуумметр; 15 – насос-дозатор гіпохлориту натрію; 16 – бак з розчином гіпохлориту натрію; 17 – насос-дозатор коагулянту; 18 – бак з розчином коагулянту; 19 – подача вихідної води; 20 – відведення очищеної води; 21 – подача води споживачам; 22 – промивний трубопровід; 23 – скидання промивної води;
24-34 – засувки; 35 – дифманометр

Очищена і знезаражена вода під гідростатичним напором водонапірної башти по трубопроводу 21 подається споживачам. Необхідний об'єм і висота водонапірної башти приймають залежно від витрат води і потрібного споживачам напору.

Завдяки фільтруючому оголовку з плаваючим завантаженням 11 значна частина забруднень затримується безпосередньо в поверхневій водоймі, що економить значні експлуатаційні витрати, не порушує біологічну рівновагу у водоймі і не призводить до її повторного забруднення.

Промивку фільтруючого оголовка 11 здійснюють у зворотному напрямку робочим насосом 13, для чого їх повинно бути не менше двох. Промивна вода подається по трубопроводу 22 при закритій засувці 24 і відкритій засувці 26. Контроль за необхідністю промивки оголовка виконують вакуумметром 14.

Освітлювальний фільтр 8 промивають вихідною водою, що подається робочим насосом 13 у зворотному напрямку по трубі 20 через ковпачковий дренаж 9 при відкритих засувках 25, 27 і 31 і закритих засувках 26, 28 і 34. Брудна промивна вода скидається по трубі 23. Конусна перегородка 5, по якій сповзає осад в біореактор 7, повинна витримати підйомну силу плаваючого фільтрувального завантаження 8. Контроль за необхідністю промивки освітлювального фільтра 8 здійснюють диференціальним манометром 35.

Нами були виконані лабораторні дослідження гідравлічних і технологічних характеристик освітлювального фільтра: коефіцієнта фільтрації і ефективності очистки води залежно від різних факторів.

Оскільки гідравлічні похили від швидкостей фільтрування води (до $V_{\phi}=40$ м/год) мають лінійну залежність, тобто існує ламінарний режим фільтрування, то коефіцієнти фільтрації визначали за формулою Дарсі:

$$K_{\phi} = \frac{V_{\phi} l_{\phi}}{h_{\phi}}, \text{ м/год}, \quad (1)$$

де V_{ϕ} – швидкість фільтрування води, м/год; h_{ϕ} – втрати напору на фільтрі, м; l_{ϕ} – товщина фільтрувального завантаження, яку приймають рівною 1 м.

Для чистого фільтрувального завантаження, тобто на початку роботи фільтра, коли порові канали фільтрувального завантаження ще не мають забруднень, коефіцієнт фільтрації залежить тільки від його гранулометричного складу – еквівалентного діаметра зерен d_e і коефіцієнта їх неоднорідності K_H , які визначаються за формулами

$$d_e = \frac{100}{\sum (P_i / d_i)}, \text{ мм}, \quad (2)$$

$$K_H = \frac{d_{80}}{d_{10}}, \quad (3)$$

де d_{10} і d_{80} – діаметри гранул, менше яких у даній пробі знаходиться відповідно 10 і 80 % від загальної маси; P_i – кількість фракцій у пробі, %, із середнім діаметром d_i , мм.

У табл.1 наведено результати досліджень K_ϕ для чистого пінополістирольного фільтрувального завантаження при висхідному фільтруванні води.

Таблиця 1 – Залежність $K_\phi = f(d_e)$ для чистого пінополістирольного завантаження при висхідному русі води

d_e , мм	1,87	3,22	4,0
K_ϕ , м/год.	51,7	313,9	479,7

Графічно залежність $K_\phi = f(d_e)$ має вигляд прямої лінії.

У табл. 2 подано результати лабораторних досліджень гідравлічних характеристик освітлювального фільтра при різних дозах коагулянту, що були проведені при заборі води з Каховського водосховища каламутністю в межах $M = 3-7$ мг/л.

Таблиця 2 – Значення втрат напору та коефіцієнтів фільтрації освітлювального фільтра ($d_e = 2,78$ мм; $K_H = 2,52$) на протязі фільтроциклу при $V_\phi = 5$ м/год та різних дозах коагулянту

№ п/п	Доза коагулянту D_K , мг/л	Втрати напору h_ϕ , мм, і коефіцієнт фільтрації K_ϕ , м/год, для часу фільтрування води T_ϕ , год									
		0		8		24		32		48	
		h_ϕ	K_ϕ	h_ϕ	K_ϕ	h_ϕ	K_ϕ	h_ϕ	K_ϕ	h_ϕ	K_ϕ
1	0	21	238	22	227	25	200	26	192	29	172
2	5	23	217	24	208	27	185	28	178	31	161
3	20	26	192	27	185	30	167	31	161	33	152
4	25	27	185	28	178	31	161	33	152	35	143
5	40	31	161	32	156	34	147	36	139	38	132

На рис.2 показано графіки залежності коефіцієнтів фільтрації освітлювального фільтра K_ϕ від дози коагулянту D_K і тривалості фільтроциклу T_ϕ . Як бачимо з цих графіків, коефіцієнт фільтрації різко

зменшується в перші години фільтроциклу навіть при невеликих дозах коагулянту.

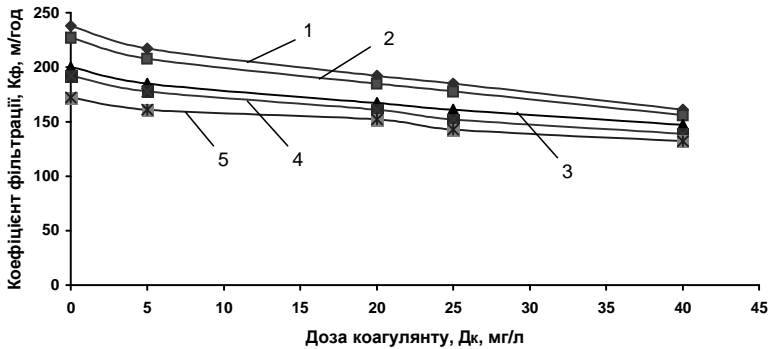


Рис.2 – Графік залежності $K_{\phi} = f(D_{\kappa}; T_{\phi})$ для освітлювального фільтра при тривалості фільтроциклу:

1 – на початку фільтроциклу; 2 – $T_{\phi} = 8$ год; 3 – $T_{\phi} = 24$ год;

4 – $T_{\phi} = 32$ год; 5 – $T_{\phi} = 48$ год

Аналіз функції $K_{\phi} = f(D_{\phi}; T_{\phi})$ показав, що вплив збільшення дози коагулянту D_{κ} на зміну коефіцієнту фільтрації K_{ϕ} протягом фільтроциклу T_{ϕ} зменшується. Коефіцієнт фільтрації освітлювального фільтра зменшується внаслідок накопичення в його порах забруднень, що видаляються з вихідної води. Кількість цих забруднень залежить від якості вихідної води, ефективності її очистки і тривалості фільтроциклу.

У табл.3 приведено результати лабораторних досліджень і розрахунків гідравлічних та технологічних характеристик освітлювального фільтра та їх зміни протягом фільтроциклу тривалістю $T_{\phi} = 48$ год. при фільтруванні води з швидкістю $V_{\phi} = 5$ м/год. і дозою коагулянту $D_{\kappa} = 25$ мг/л. Дослідження виконували на воді Каховського водосховища з температурою $t_{\text{в}} = 6$ °C.

Ефективність освітлення і знебарвлення води обчислювали відповідно за формулами

$$E_o = \frac{M_{\text{в}} - M_{\phi}}{M_{\text{в}}} \cdot 100\% ; \quad (4)$$

$$E_3 = \frac{\Pi_v - \Pi_\phi}{\Pi_v} \cdot 100\%, \quad (5)$$

де M_v і M_ϕ – каламутність відповідно вихідної і фільтрованої води, мг/л; Π_v і Π_ϕ – кольоровість вихідної і фільтрованої води, °ПКШ.

Таблиця 3 - Гідрравлічні і технологічні характеристики освітлювального фільтра ($d_\phi = 2,78$ мм; $K_n = 2,52$; $l_\phi = 1,0$ м)

Тривалість фільтроциклу, T_ϕ , год	Якість вихідної води		Якість очищеної води		Ефективність очистки, %		Приріст питомої брудності, $G_{бр.п}$, кг/м ³	Втрати напору, h_ϕ , мм	Коефіцієнт фільтрації, K_ϕ , м/год
	каламутність, M_v , мг/л	кольоровість, Π_v , °ПКШ	каламутність, M_ϕ , мг/л	кольоровість, Π_ϕ , °ПКШ	освітлення, E_o	знебарвлення, E_z			
0	4,76	32	1,75	23	63	28	0	27	185
8	2,49	33	0,69	23	72	30	0,1	28	178
24	2,87	34	0,76	22	74	35	0,26	31	161
32	3,29	35	0,63	22	81	37	0,36	33	152
48	5,12	34	0,86	20	83	41	0,5	35	143

Приріст питомої гряземісткості фільтра, тобто додаткову кількість забруднень, що затримуються фільтром об'ємом 1 м³ за к-й інтервал часу, визначали за формулою

$$G_{бр.п.к} = \frac{V_\phi}{l_\phi \cdot 1000} \sum_0^{T_{\phi.к}} (M_{в.ср.i} - M_{\phi.ср.i}) \cdot T_{\phi.i}, \quad \text{кг/м}^3, \quad (6)$$

де $T_{\phi.к}$ – загальна тривалість фільтроциклу; $M_{в.ср.i}$ і $M_{\phi.ср.i}$ – середня каламутність води, мг/л, на вході у фільтр і виході з нього в і-й момент часу; $T_{\phi.i}$ – тривалість і-го вимірювального періоду, год.

Як бачимо з табл.3, при збільшенні питомої гряземісткості освітлювального фільтра $\Delta G_{бр.п}$ ефективність очистки води зростає, а коефіцієнт фільтрації завантаження зменшується. Тому для підвищення ефективності роботи водоочисних фільтрів необхідно спочатку їх “зарядити” шляхом швидкого накопичення в порах фільтрувального завантаження мулу, подаючи підвищені дози коагулянту або навіть осад, що утворюється після промивки фільтрів. У подальшому дозу коагулянту можна значно зменшити або навіть зовсім припинити його

подавати, що залежить від якості вихідної води й швидкості її фільтрування.

При низьких температурах вихідної води (нижче 5 °C) процес її коагуляції, тобто утворення пластівців з гідроксиду алюмінію відбувається дуже повільно, а, отже, спостерігається недостатня ефективність реагентної очистки води при застосуванні для її коагуляції сірчанокислого алюмінію. Тільки при дозі коагулянту $D_K = 40$ мг/л для холодної вихідної води можна досягти нормативної каламутності й кольоровості очищеної води навіть при підвищенні швидкості її фільтрування до $V_\phi = 8$ м/год.

Висновки

Актуальною є проблема розробки технологічних схем очищення поверхневих вод у локальних системах сільськогосподарського водопостачання.

Використання запропонованої системи водопостачання з використанням пінополістирольного завантаження та аерації вихідної води дозволяє поліпшити як технологічні параметри очищення води, так і знизити витрату реагентів на освітлення води.

Визначено параметри роботи біореактора і плаваючого завантаження, що дозволяє використовувати результати досліджень у технологічних розрахунках з обґрунтуванням систем сільськогосподарського водопостачання з поверхневих водних джерел.

1. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации: Справочник / Хоружий, П.Д., Ткачук А.А., Батрак П.И. – К.: Будівельник, 1993. – 232 с.

2. Журба М.Г. Сельскохозяйственное водоснабжение. – Кишинев: Universitas, 1991. – 284 с.

3. Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды / НИИ КВОВ АКХ им. К.Д.Памфилова. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 128 с.

4. Дренаж с волокнистыми фильтрами для защиты территорий от подтопления / Пивовар Н.Г., Бугай Н.Г. и др. – К., 2000. – 332 с.

Отримано 12.02.2003

УДК 628.153

Н.І.СУХОВЄЄВА, Н.О.СПІВАКОВА

Харківська державна академія міського господарства

ВПЛИВ ПІДПРИЄМСТВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ І ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА ВОДОКОРИСТУВАННЯ

Розглядається вплив підприємств енергетичного комплексу на екологічну, демографічну та інші проблеми. Аналізуються способи зменшення впливу на природу і зниження загальної експансії з боку людини і технологій.